



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: QM - 9A 55110000 / SE 4.3.1

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	B2536583	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		Stand: 26.11.2015
9A	55110000	GHB	RZ	0069	00		

Titel der Unterlage:

FAKTENERHEBUNG SCHRITT 1 - ERKUNDUNGSBERICHT ÜBER
MINIMALSPANNUNGSSONDIERUNGEN IN DER ERKUNDUNGSBOHRUNG B 7/750-B1 AUF DER 750-
M-SOHL E IM PFEILER ZW. ABBAU 5/750 NA2 UND DER EINLAGERUNGSKAMMER 7/750 SOWIE IN
DER SCHWEBE ÜBER EINLAGERUNGSKAMMER 7/750

Ersteller:

INSTITUT FÜR GEBRIGSMECHANIK

Stempelfeld:

		Freigabe PL:	Freigabe zur Anwendung:
_____	_____	_____	_____
Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GHB	RZ	0069	00	

Stand: 26.11.2015

Titel der Unterlage:

FAKTENERHEBUNG SCHRITT 1 - ERKUNDUNGSBERICHT ÜBER
MINIMALSPANNUNGSSONDIERUNGEN IN DER ERKUNDUNGSBOHRUNG B 7/750-B1 AUF DER 750-
M-SOHL E IM PFEILER ZW. ABBAU 5/750 NA2 UND DER EINLAGERUNGSKAMMER 7/750 SOWIE IN
DER SCHWEBE ÜBER EINLAGERUNGSKAMMER 7/750

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Stand: 26.11.2015

Blatt: 1

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00

Kurztitel der Unterlage:

Faktenerhebung Schritt 1 -
Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Ersteller / Unterschrift

Institut für Gebirgsmechanik GmbH

Geprüft / Unterschrift:

08. JUNI 2016

Titel der Unterlage:

Faktenerhebung Schritt 1
Erkundungsbericht über Minimalspannungssondierungen
in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1
auf der 750-m-Sohle
im Pfeiler zwischen Abbau 5/750 Na2 und der
Einlagerungskammer 7/750 sowie in der
Schwebe über Einlagerungskammer 7/750

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich: T-PF	Stabsstelle Qualitätsmanagement und Dokumentation:	Geschäftsführung Asse-GmbH:
Datum: 20. JUNI 2016	Datum: 22. JUNI 2016	Datum: 23. Juni 2016
Name:	Name:	Name:
Unterschrift	Unterschrift	Unterschrift

REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
N N A A	N N N N N N N N N N	N N A A A N N	A A	A A	N N N N	N N
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	/


Kurztitel der Unterlage:

Faktenerhebung Schritt 1 -
Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	26.11.2015	T-PF			Ersterstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung. Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



AMT für Arbeit und Wirtschaft

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 3
---	----------

Inhaltsverzeichnis

Blatt


Deckblatt.....	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
Freigabeblatt.....	5
1 Einleitung	6
2 Standortsituation der ELK 7/750	6
3 Auswertung vorhandener Fotos aus der Einlagerungszeit	7
4 Lage und Zustand der Erkundungsbohrung, Planung der Messabschnitte	11
5 Methode und Ergebnisse der Spannungssondierungen	19
5.1 Versuchsbeschreibung und Equipment.....	19
5.2 Versuchsablauf.....	21
5.3 Ergebnisdiskussion	22
6 Einordnung der Ergebnisse der Spannungssondierungen in Relation zu den Resultaten der Permeabilitätsmessungen sowie von Modellrechnungen	26
7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen	30
8 Mitgeltende Dokumente (in der jeweils gültigen Fassung).....	31
9 Literaturverzeichnis.....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Koordinaten, Azimut und Neigung der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	13
Tabelle 2: Mit der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 durchteufte stratigrafische Horizonte	14
Tabelle 3: In der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 festgelegte Untersuchungsabschnitte	18
Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	26


Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Einlagerung in der ELK 7/750.....	7
Abbildung 2: Foto zur Position 1: Blickrichtung nach Nordwest, von einem etwa 3,7 m hohen Planum fotografiert	8
Abbildung 3: Foto zur Position 1: Blickrichtung nach Nordost.....	9
Abbildung 4: Foto zur Position 2: Blickrichtung nach Nordwest, von einem etwa 4 m hohen Planum fotografiert	9
Abbildung 5: Foto zur Position 2: Blickrichtung nach Nordwest auf die südliche Fassreihe und die nördliche Firste	10
Abbildung 6: Foto zur Position 3: Blickrichtung zum westliche Zugang der ELK 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten	10
Abbildung 7: Fotos zur Position 3: Blickrichtung zum westliche Zugang der ELK 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten	11
Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Grundriss der Einlagerungskammer 7 (ELK 7/750) auf der 750-m-Sohle mit Lage der Erkundungsbohrungen B 7/750-B1 und B 7/750-B1.2	12
Abbildung 9: Nicht zementierter Bohrlochbereich bei Teufe von etwa 4 m	14
Abbildung 10: Übergang vom Carnallitit zum Steinsalz. Bohrlochscan der Bohrlochteufe 6,7 m ..	15
Abbildung 11: Foto aus der Bohrlochkamerabefahrung: Scherband bei Bohrlochteufe 30 m.....	15
Abbildung 12: Foto aus der Bohrlochkamerabefahrung: Scherband bei Bohrlochteufe 32 m.....	16
Abbildung 13: Foto aus der Kamerabefahrung: klaffende Risse bei Bohrlochteufe 35 m.....	16
Abbildung 14: Foto aus der Kamerabefahrung: Bohrlochausbrüche bei Bohrlochteufe 37 m.....	17
Abbildung 15: Foto aus der Kamerabefahrung: klaffende Risse bei Bohrlochteufe 38,5 m.....	17
Abbildung 16: Ausschnitt aus dem Vertikalschnitt entlang der Erkundungsbohrungen B 7/750-B1 bzw. B 7/750-B1.2 mit Messpunkten für die Spannungssondierungen	19
Abbildung 17: Equipment für Spannungssondierungen in Bohrlöchern mit Durchmessern von etwa 101 mm.....	20
Abbildung 18: Typischer Ablauf einer hydraulischen Spannungssondierung	21

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NAAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 4
--	-----------------

Abbildung 20: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 15 m	23
Abbildung 21: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 22 m	23
Abbildung 22: Spannungssondierung im Bohrloch B 7/750-B1, Teufe 41 m	24
Abbildung 23: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 46 m	24
Abbildung 24: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 56,5 m	25
Abbildung 25: Für die ELK 7/750 repräsentativer gegenwärtiger Minimalspannungsaufbau (in MPa) und Vergleich mit den Resultaten der Minimalspannungssondierung im Bohrloch der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	27
Abbildung 26: Für die ELK 7/750 repräsentativer gegenwärtiger Aufbau der plastischen Zugbruchdeformation als Beleg für die Materialschädigung	29
Abbildung 27: Fotos aus der Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2: klaffende Risse und deutlich gebrochener Schwebenbereich bei Bohrlochteufe 30 bis 32 m	30
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	32

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GmbH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Blatt: 5



Institut für Gebirgsmechanik GmbH Leipzig

Untersuchung • Prüfung • Beratung • Begutachtung

Auftraggeber: Asse-GmbH
Am Walde 2
38319 Remlingen


Auftragnehmer: Institut für Gebirgsmechanik GmbH
Friederikenstraße 60, 04279 Leipzig
Tel: 0341 336000 Fax: 0341 33600308
Homepage: www.ifg-leipzig.de

Bestell - Nr. (AG): BE150101
Auftrag - Nr. (AN): 09/2015

Bearbeiter:

Leipzig, den 26.11.2015

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



ASSE
GmbH
Verantwortlich handeln

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 6
---	----------

1 Einleitung

Mit der Bestellung BE150101 wurde das IfG Leipzig am 21.01.2015 von der Asse-GmbH mit Spannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 beauftragt.

Die Aufgabenstellung bestand in der Ermittlung der minimalen Druckeinspannung entlang der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 im Bereich der Schichtgrenze zwischen Carnallit und Steinsalz, im Steinsalz nördlich der Einlagerungskammer 7 auf der 750-m-Sohle (ELK 7/750) und hauptsächlich in der Schweben der ELK 7/750. In der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 wurden vor den Spannungssondierungen des IfG durch die Firma IBeWa Permeabilitätsuntersuchungen mit Druckluft durchgeführt. Es war deshalb erforderlich, dass sich IBeWa und IfG über die zu nutzenden Bohrlochabschnitte abstimmten¹. Die Verknüpfung von Permeabilitätsmessungen und Minimalspannungssondierungen ist angesichts der etwa 95 Jahre zurückliegenden Auffahrungszeit des Abbaus wesentlich für die Bewertung des gebirgsmechanischen Schädigungszustandes der Schweben bzw. des nördlichen Anstehenden der ELK 7/750.

Für die Bewertung der Spannungssondierungen und Permeabilitätsmessungen kamen auch die weiteren Befunde der Bohrlochmessungen (Kamerabefahrungen, Bohrlochscan, Bohrlochradar) zur Anwendung. Für die gebirgsmechanische Interpretation wurden fotografische Belege aus der Einlagerungszeit und die Resultate der vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragten 3D-Modellrechnungen zum Offenhaltungsbetrieb verwendet.

Das IfG Leipzig führte bereits Spannungssondierungen in dem Pfeiler nördlich der ELK 7/750, ausgehend von der Verbindungsstrecke zum Abbau 5/750 Na2, in der Erkundungsbohrung B 7/750-A3 durch /1/, so dass die Ergebnisbewertung auch darauf aufbauen konnte.


2 Standortsituation der ELK 7/750

Die ELK 7/750 befindet sich in der gebirgsmechanisch stark beanspruchten Südflanke des Grubengebäudes im östlichen Feldesteil der 750-m-Sohle mit einer mittleren Länge (O-W) von 59 m und einer mittleren Breite (N-S) von 33 m. Neben der ELK 7/750 liegen im Osten die ELK 11/750 und im Anschluss die ELK 12/750. Im Westen grenzt an die ELK 7/750 die ELK 6/750 und daran die ELK 5/750 an. Oberhalb der ELK 7/750 liegt der Abbau 8 der 725-m-Sohle (Abbau 8/725), die teilweise die ELK 7/750 überdeckt. Die mittlere Kammerhöhe der ELK 7/750 wird mit 10 m angenommen.

Die mittlere Schwebenmächtigkeit zu dem darüber liegenden Abbau 8/725 ist im Risswerk der Schachanlage Asse II mit 14 m angegeben. Die Schwebenmächtigkeit variiert über die Fläche der ELK 7/750 aufgrund unterschiedlich starker gebirgsmechanischer Beanspruchungen. Im Bereich des Kammerzugangs über den Querschlag von Abbau 5/750 Na2 wird aufgrund einer vermuteten ursprünglichen Kammerhöhe von 12,8 m von einer reduzierten Schwebenmächtigkeit ausgegangen. Dieser Querschlag ist gebirgsmechanisch stark beansprucht. Es kam in der Vergangenheit zu Auflockerungen und Abschaltungen an den Stößen und der Firste. Die ELK 7/750 ist im Querschlag zwischen Abbau 5/750 Na2 und ELK 7/750 über ein Verschlussbauwerk vom restlichen Grubengebäude abgetrennt. Die ELK 7/750 wurde nach der Einlagerung nahezu vollversetzt.

¹ Die Permeabilitätsmessungen mit Druckluft führten zu keiner Schädigung der Bohrlochkontur, so dass IfG danach ohne Einschränkungen die Spannungssondierungen realisieren konnte. Eine umgekehrte Reihenfolge wäre nicht möglich gewesen, da bei der Spannungssondierung infolge der Innendruckaufgabe im abgepackerten Untersuchungsabschnitt eine Überschreitung der Zugfestigkeit des Gefüges eintritt und es zu einer begrenzten Ölmigration entlang der Korngrenzen (maximale Reichweite etwa 1 m) kommt. Weiterhin verhindert die Verwendung von Öl als Permeationsmedium eine nachfolgende Messung mit Gas, da der effektive Porenraum für Luft versperrt ist.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
GMBH – Verantwortlich handeln

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungs Sondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 7
--	----------

3 Auswertung vorhandener Fotos aus der Einlagerungszeit

Die Auffahrung im Na3 zur Steinsalzgewinnung erfolgte in den Jahren 1919 bis 1920. In der Zeit von Juli 1977 bis Juli 1978 wurden 4.356 Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall unterschiedlicher Größe eingelagert. In der Abbildung 1 aus dem DMT-Bericht [1] ist zu erkennen, dass nur der mittlere Teil der ELK 7/750 mit Abfallbehältern gefüllt ist. Die anderen Bereiche wurden mit Salzversatz firstbündig verblasen und dabei zur Staubbindung eine $MgCl_2$ -Lösung zugegeben, welche aus dem nordwestlichen Grubenbereich der 750-m-Sohle (Salzlösungen aus den Kaliabbauen) entnommen wurde. Die Menge des zugegebenen Haufwerkes und der zugesetzten Salzlösung sind nicht dokumentiert. Die Markierungen in der Abbildung 1 zeigen die fotografierten Firstbereiche, auf die in den weiteren Ausführungen Bezug genommen wird.

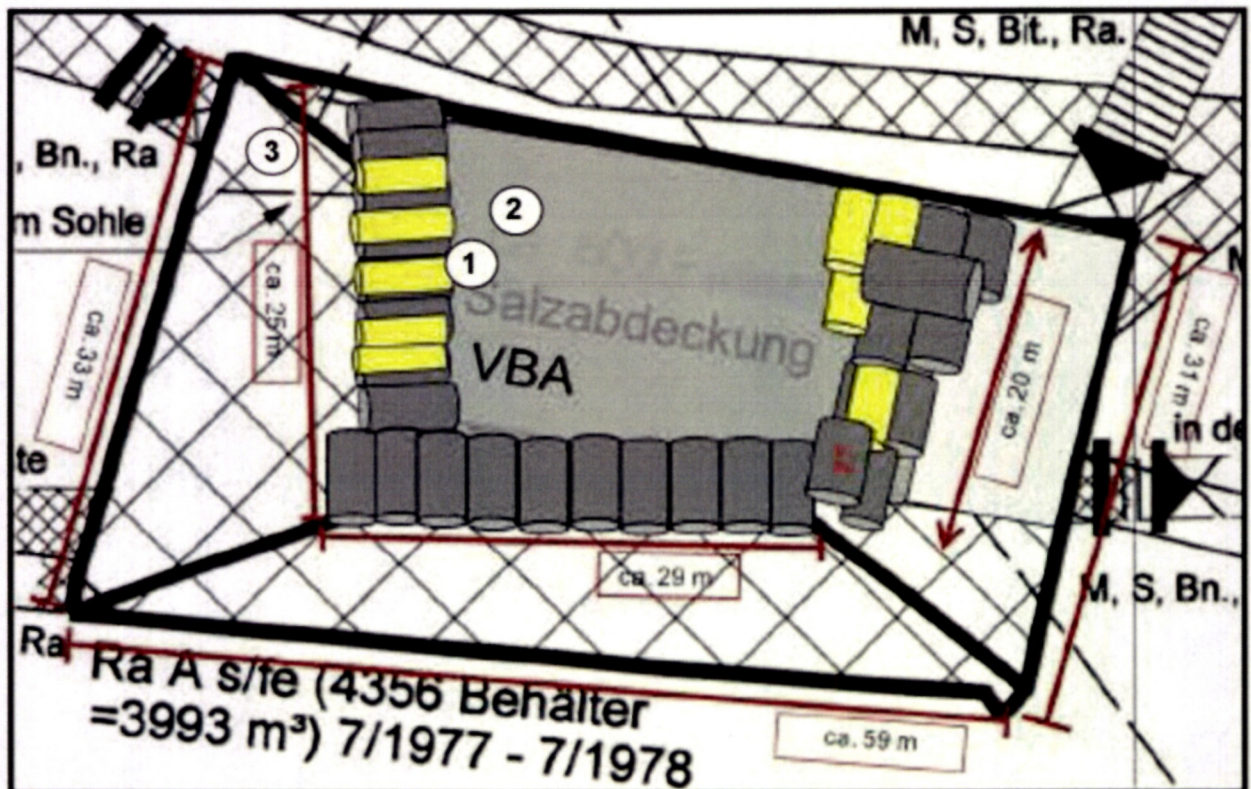



Abbildung 1: Schematische Darstellung der Einlagerung in der ELK 7/750

Im Folgenden werden aus [2] Fotos präsentiert, auf denen der bergsmechanische Zustand der Firste zur Einlagerungszeit zu entnehmen ist. Bei einer Einstapelung der Fässer bis unter die Firste kann von einer Unterstützung der Firste ausgegangen werden. Für eine Untersuchung, ob es in der weiteren Standzeit von etwa 40 Jahren lediglich zu einer Vergrößerung der schon damals existierenden Risse oder zu einer großflächigen Ablösung von Firstschalen gekommen ist, können die Resultate der Bohrlochradarmessungen verwendet werden. Die Lokationen der fotografierten Firstbereiche sind in der Abbildung 1 skizziert.

Allen Fotos aus der ELK 7/750 sowie den Beschreibungen in [1] ist zu entnehmen, dass vor der Einlagerung eine mehrere Meter mächtige Steinsalzschiefer auf der Sohle eingebracht wurde. Dass ergibt sich aus der bekannten Höhe der Fässstapel² und der vorausgesetzten mittleren Höhe des Abbaus von ca. 10 m.

² Lt. [2] beträgt der Durchmesser eine VBA 1,06 m. Vier Lagen der gestapelten VBA sind mit einer Höhe von 3,7 m und 10 Lagen mit einer Höhe von 9,3 m angegeben.
Textblatt_REV08_Stand-2014-01-03

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	
Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1							Blatt: 8

Während der Einlagerung wurde mit der Aufstapelung der westlichen und südlichen Fassreihe (siehe Abbildung 1) begonnen und danach östlich und nördlich angrenzend ein etwa 3,7 m hohes Planum, vermutlich mit eingelagerten Fässern, hergestellt.

Das Foto in Abbildung 2 vom 27.10.1977 wurde von diesem Planum aus in nordwestliche Richtung aufgenommen. Etwa in der Mitte dieser westlichen Fassreihe ist die Firste domartig hochgebrochen. Von der Oberkante der gelben Fässer ist für den Hochbruch eine Scheitelhöhe von ca. 2,5 bis 3 m anzunehmen. Die gelben Fässer können dabei als Orientierung in der Kammer und zur Zuordnung der Fotos verwendet werden.


Der domartige Hochbruch über den gelben Fässern in der westlichen Reihe wurde bei der weiteren Einstapelung bis zum Firstscheitel unterbaut. Diese gebirgsmechanisch positive Vorgehensweise lässt sich mit dem Foto in Abbildung 3 belegen, welches etwa ein halbes Jahr später aufgenommen wurde.

Wenn man auf dem Foto in Abbildung 3 vom 03.02.1978 die acht Lagen VBA bis zu den gelben Fässern mit einer Höhe von 7,4 m berücksichtigt und diese Höhe als noch freie mittlere Kammerhöhe von ursprünglich 10 m ansetzt, resultiert daraus näherungsweise eine Höhe der Steinsalzschrift auf der Sohle von 2,6 m.



Abbildung 2: Foto zur Position 1: Blickrichtung nach Nordwest, von einem etwa 3,7 m hohen Planum fotografiert

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
2011 - Verantwortung Handeln

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 9
---	----------




Abbildung 3: Foto zur Position 1: Blickrichtung nach Nordost

Die beiden Fotos in Abbildung 4 (Foto vom 27.10.1977) und Abbildung 5 fokussieren auf die klaffenden LÖSER unmittelbar neben dem Hochbruch. In beiden Fotos ist die Blickrichtung Nordwest, die Position des Fotografen ist aber in Abbildung 4 auf dem Planum und in Abbildung 5 vor der südlichen Fassade. Die abgelösten Firstschalen sind im nördlichen Firstbereich lokalisiert und wurden mittels der Fasseinstapelung von unten gestützt.



Abbildung 4: Foto zur Position 2: Blickrichtung nach Nordwest, von einem etwa 4 m hohen Planum fotografiert

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
Gesamtverband
ASBESTFREIE ARBEIT

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 10
---	-----------




Abbildung 5: Foto zur Position 2: Blickrichtung nach Nordwest auf die südliche Fassreihe und die nördliche Firste

Auf den Fotos in Abbildung 6 und Abbildung 7 ist der Firstbereich am westlichen Zugang der ELK 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten zu sehen. Es sind keine Firstlöser zu erkennen.



Abbildung 6: Foto zur Position 3: Blickrichtung zum westliche Zugang der ELK 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



ASSE
ASSETECHNISCHE ARBEITEN

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 11
---	-----------



Abbildung 7: Fotos zur Position 3: Blickrichtung zum westliche Zugang der ELK 7/750 von der südlichen Richtstrecke nach Osten


Insgesamt vermitteln die Fotos aus der Einlagerungszeit einen der damaligen Standzeit von etwa 60 Jahren entsprechenden gebirgsmechanischen Zustand. Vor der Einlagerung wurde offensichtlich mittels Berauben die temporäre Firstsicherheit hergestellt. Weitere Firstsicherungen wie Anker oder Netzverzug sind nicht zu erkennen.

Bei der realisierten Einstapelung der Fässer bis unmittelbar unter die Rissstrukturen ist von einer geringen Stützwirkung auf die Firste auszugehen. Diese konnte aufgrund der Nachgiebigkeit des Salzplanums und der gestapelten Fässer die weitere Rissöffnung bzw. Ablösungen von der Firste nicht verhindern. Auf mittels der Bohrlochradarmessungen im östlichen Bereich der ELK 7/750 gefundene Reflexionen, die auf eine infolge von Bruchprozessen domartig gewölbte Firste im nördlichen Abbaubereich hinweisen, wird im folgenden Kapitel eingegangen.

4 Lage und Zustand der Erkundungsbohrung, Planung der Messabschnitte

Der Ansatzpunkt der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 liegt im Bereich der Ortsbrust des Verschlussbauwerkes vom Abbau 5/750 Na2 in Richtung ELK 7/750. Die Bohrlochlänge wird vom Ende des Standrohres gezählt und beträgt insgesamt 58,0 m. Die Bohrung steigt gemäß der finalen Bohrlochvermessung in Tabelle 1 mit im Mittel 6,4 Grad in südwestliche Richtung (Azimut \approx 220,6 Grad) an. In Abbildung 8 ist die Lage der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 unmittelbar neben der Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2 zu sehen.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 12
---	-----------

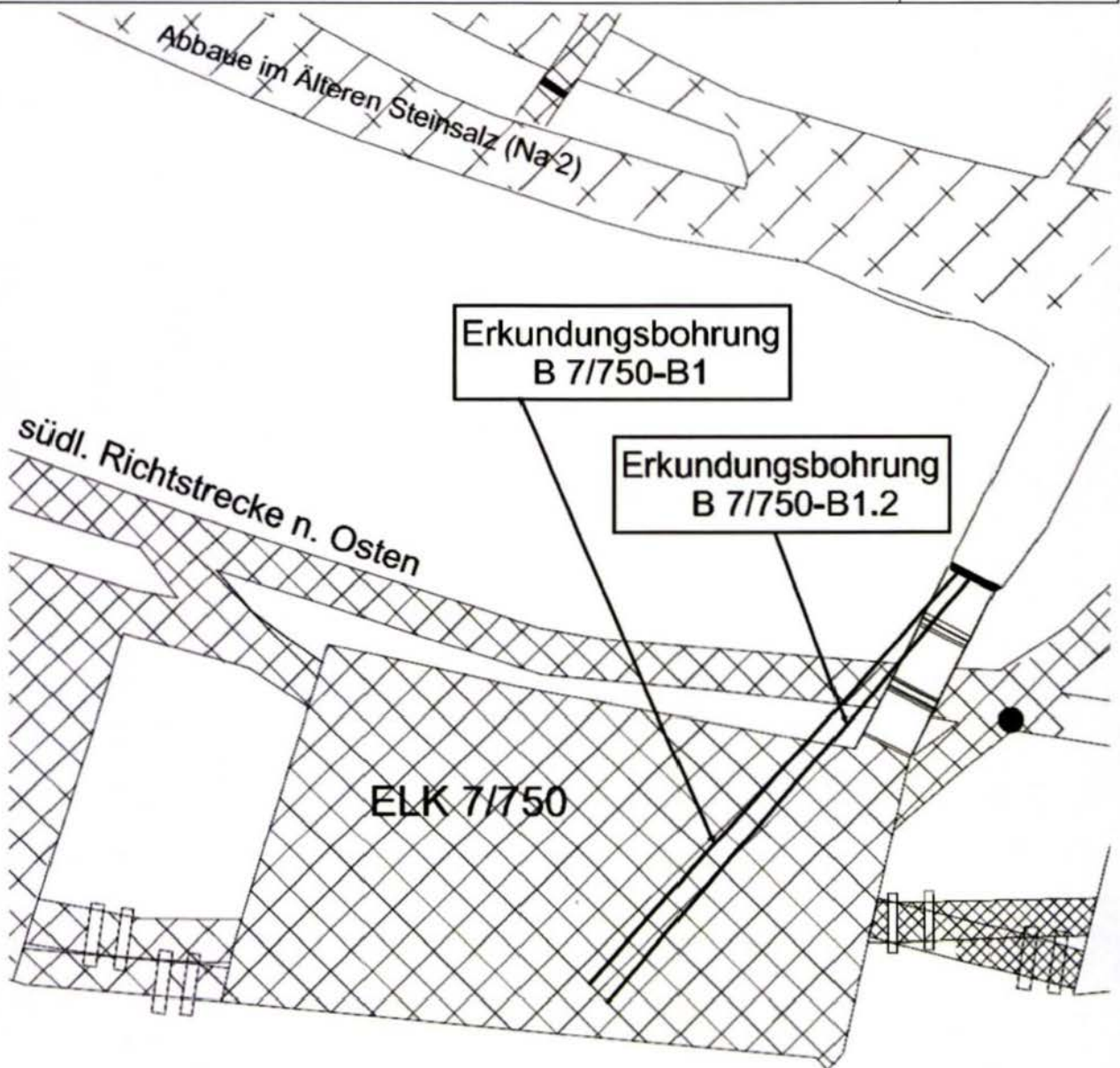



Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Grundriss der Einlagerungskammer 7 (ELK 7/750) auf der 750-m-Sohle mit Lage der Erkundungsbohrungen B 7/750-B1 und B 7/750-B1.2

In der Tabelle 1 ist zu erkennen, dass Azimut und Neigung der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 schwanken. Zum Beispiel ist beim Übergang von Bohrlochmeter 36,0 auf 37,5 m eine Verringerung des Anstiegs von 6,5 auf 6,2 Grad zu erkennen. Bei der Planung der Messorte wurde dieser Teufe besondere Aufmerksamkeit gewidmet und in den Bohrlochkamerabefahrungen erkannt, dass der Teufenbereich von 30,0 bis 38,5 m gebirgsmechanisch stark geschädigt ist (siehe Abbildung 11 bis Abbildung 15). Der Sprung im Anstiegswinkel der Bohrung hängt offensichtlich mit dem Durchteufen eines klaffenden Scherbandes zusammen. Dort wurden keine Spannungssondierungen geplant.

Der Bohrl Lochdurchmesser beträgt gemäß den markscheiderischen Messungen im Mittel 101 mm, jedoch mit relativ starken Schwankungen von ± 4 mm. Dies ließ Probleme bei der Abdichtung der zu untersuchenden Bohrlochabschnitte mittels der Quetschpacker erwarten, was sich tatsächlich auch herausstellte.

Projekt NNA	PSP-Element NNNNNNNNNN	Thema NNAANN	Aufgabe AA	UA AA	Lfd Nr. NNNN	Rev. NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00




ASSE
3487 - 11. November 2014

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 13
---	-----------

Tabelle 1: Koordinaten, Azimut und Neigung der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Messpunkt (Nummer)	Bohrmeter (m)	Endmessung am 14.01.2015 von 0,00m bis 58,00m						
		Rechtswert	Hochwert	NN-Höhe	Azimut (in Grad)	Neigung (in Grad)	Azimut (in gon)	Neigung (in gon)
1	0,00	4409205,190	5777991,180	-541,292	220,448	6,5	244,942	7,2
2	1,50	4409204,223	5777990,048	-541,127	220,524	6,5	245,027	7,2
3	3,00	4409203,255	5777988,916	-540,965	220,559	6,4	245,066	7,1
4	4,50	4409202,287	5777987,786	-540,800	220,592	6,6	245,102	7,3
5	6,00	4409201,318	5777986,656	-540,630	220,676	6,5	245,196	7,2
6	7,50	4409200,347	5777985,529	-540,457	220,801	6,5	245,334	7,2
7	9,00	4409199,375	5777984,403	-540,284	220,793	6,5	245,326	7,2
8	10,50	4409198,402	5777983,278	-540,112	220,918	6,5	245,464	7,2
9	12,00	4409197,428	5777982,153	-539,941	220,872	6,5	245,413	7,2
10	13,50	4409196,454	5777981,028	-539,769	220,866	6,5	245,407	7,2
11	15,00	4409195,481	5777979,902	-539,597	220,880	6,5	245,422	7,2
12	16,50	4409194,506	5777978,778	-539,425	220,970	6,5	245,522	7,2
13	18,00	4409193,530	5777977,655	-539,255	220,981	6,5	245,534	7,2
14	19,50	4409192,555	5777976,531	-539,084	220,950	6,5	245,500	7,2
15	21,00	4409191,580	5777975,407	-538,912	220,948	6,5	245,498	7,2
16	22,50	4409190,605	5777974,283	-538,739	220,930	6,5	245,478	7,2
17	24,00	4409189,629	5777973,160	-538,566	220,963	6,5	245,514	7,2
18	25,50	4409188,654	5777972,036	-538,394	221,011	6,5	245,568	7,2
19	27,00	4409187,677	5777970,914	-538,222	221,068	6,5	245,631	7,2
20	28,50	4409186,699	5777969,792	-538,050	221,045	6,5	245,606	7,2
21	30,00	4409185,724	5777968,664	-537,879	220,855	6,5	245,394	7,2
22	31,50	4409184,749	5777967,538	-537,710	220,890	6,5	245,433	7,2
23	33,00	4409183,774	5777966,412	-537,542	220,862	6,6	245,402	7,3
24	34,50	4409182,798	5777965,286	-537,377	220,972	6,5	245,524	7,3
25	36,00	4409181,821	5777964,160	-537,213	220,974	6,5	245,527	7,2
26	37,50	4409180,864	5777963,018	-537,051	220,220	6,2	244,689	6,9
27	39,00	4409179,900	5777961,882	-536,888	220,243	6,2	244,714	6,9
28	40,50	4409178,937	5777960,744	-536,725	220,239	6,2	244,710	6,9
29	42,00	4409177,974	5777959,606	-536,562	220,211	6,2	244,679	6,9
30	43,50	4409177,012	5777958,468	-536,400	220,197	6,2	244,663	6,9
31	45,00	4409176,050	5777957,330	-536,238	220,107	6,2	244,563	6,9
32	46,50	4409175,088	5777956,191	-536,075	220,043	6,3	244,492	6,9
33	48,00	4409174,129	5777955,050	-535,912	220,002	6,2	244,447	6,9
34	49,50	4409173,170	5777953,909	-535,750	219,935	6,2	244,372	6,9
35	51,00	4409172,213	5777952,766	-535,587	219,949	6,3	244,388	7,0
36	52,50	4409171,256	5777951,624	-535,423	219,924	6,3	244,360	7,0
37	54,00	4409170,299	5777950,481	-535,259	219,935	6,3	244,372	7,0
38	55,50	4409169,343	5777949,338	-535,095	219,935	6,3	244,372	7,0
39	57,00	4409168,386	5777948,196	-534,929	219,979	6,4	244,421	7,1
40	58,00	4409167,748	5777947,434	-534,818	219,927	6,4	244,363	7,1
Mittelwerte				220,6	6,4			

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	
Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1							Blatt: 14

Das Standrohr ist 3,26 m lang und der Injektionsmörtel reichte bis zu einer Bohrlochteufe von 4,04 m (Tabelle 2). Der Injektionsmörtel füllt am Intervallende nicht die gesamte Bohrlochkontur aus, so dass an der Oberkante ein Absatz existiert (Abbildung 9). Beim Einführen der Sonde für die Spannungssondierungen verklemmte sich diese dort und nach mehrmaligen erfolglosen Versuchen musste an dieser Stelle die Bohrlochkontur nachgeschnitten werden.

Tabelle 2: Mit der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 durchteufte stratigrafische Horizonte


Mittels optischem Bohrlochscan erkannte Stratigrafie		
Bohrlochteufe (in Meter)	Gesteinsschichten	Sonstiges
0,00 - 3,26		Standrohr
3,26 - 4,04		Injektionsmörtel
4,04 - 6,70	Carnallit	
6,70 - 58,00	Steinsalz	



Abbildung 9: Nicht zementierter Bohrlochbereich bei Teufe von etwa 4 m

Bei der Teufe 6,7 m lag die Schichtgrenze zwischen Carnallit und Steinsalz. Der Beleg aus dem Bohrlochscan in Abbildung 10 vermittelte den Eindruck eines rissfreien Überganges. Obwohl im unmittelbar benachbarten Schichtgrenzenbereich der Erkundungsbohrung B 7/750-A3 die ermittelte minimale Druckeinspannung mit 8 MPa die höchste in der gesamten Bohrung war, repräsentiert die Schichtgrenze vom Carnallit zum Steinsalz grundsätzlich einen hinsichtlich der Einspannung und Dichtheit exponierten Bereich und sollte deshalb sondiert werden.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 15
--	------------------

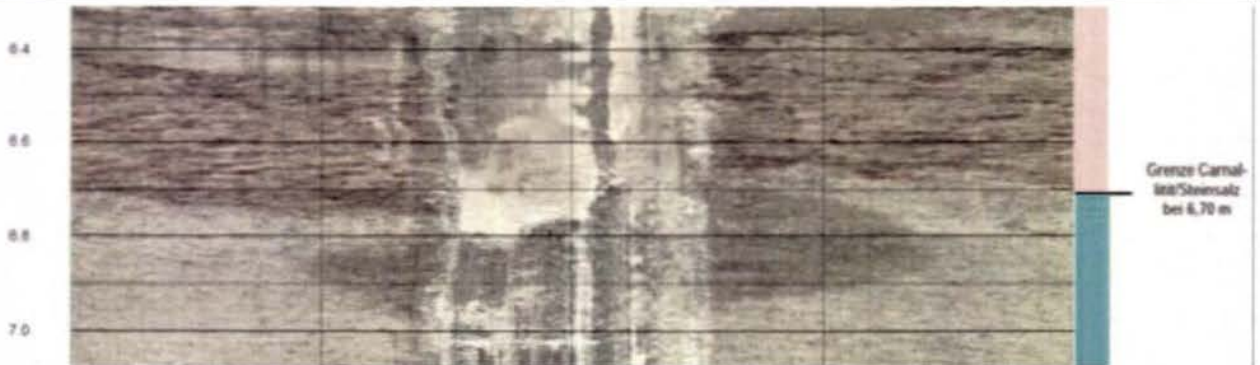


Abbildung 10: Übergang vom Carnallit zum Steinsalz. Bohrlochscan der Bohrlochteufe 6,7 m


Die Spur in der Mitte des Fotos (entspricht der Bohrlochsohle) stammt vom Verschieben des Gesteins und ist im gesamten vorderen Bohrlochbereich zu sehen.

In den nachfolgenden 5 Abbildungen (Fotos aus der Bohrlochkamerabefahrung; Abbildung 11 bis Abbildung 15) werden gebirgsmechanische Beanspruchungsbereiche, wie Scherbänder oder Bohrlochausbrüche, gezeigt. Bei einer signifikanten Konturauflockerung lässt sich meist kein dichter Untersuchungsabschnitt separieren. Bei dem Scherband in der Bohrlochteufe von 30 m wurde trotzdem eine Spannungssondierung versucht (noch intakte Kontur), während bei den Teufen von 32 m bis 38,5 m von vornherein keine Spannungssondierungen geplant wurden. An klaffenden Rissstrukturen ist keine Dichtheit zu erwarten.



Abbildung 11: Foto aus der Bohrlochkamerabefahrung: Scherband bei Bohrlochteufe 30 m

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Blatt: 16




Abbildung 12: Foto aus der Bohrlochkamerabefahrung: Scherband bei Bohrlochteufe 32 m



Abbildung 13: Foto aus der Kamerabefahrung: klaffende Risse bei Bohrlochteufe 35 m

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
Geotechnik & Baugrubentechnik

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Blatt: 17

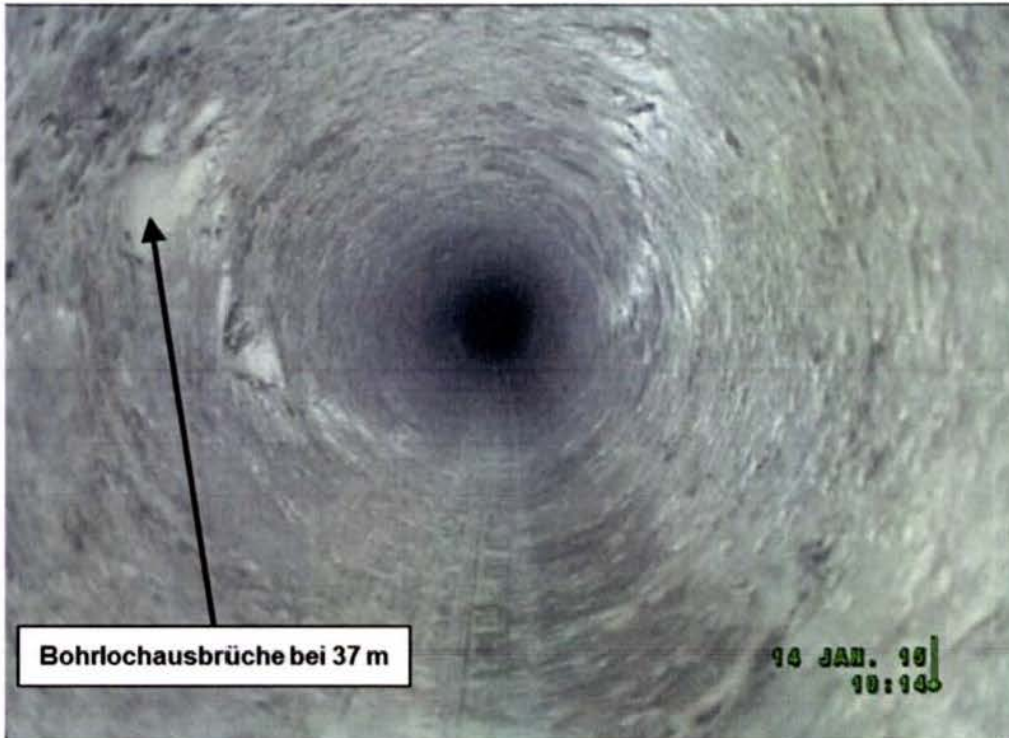



Abbildung 14: Foto aus der Kamerabefahrung: Bohrlochausbrüche bei Bohrlochteufe 37 m



Abbildung 15: Foto aus der Kamerabefahrung: klaffende Risse bei Bohrlochteufe 38,5 m

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Qualität - Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	
Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1							Blatt: 18

In Auswertung der Bohrlochkamerabefahrungen, des Bohrlochscans sowie der Bohrlochvermessung wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Bohrlochteufen für die Spannungssondierung festgelegt.

Tabelle 3: In der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 festgelegte Untersuchungsabschnitte

Messpunkte	Bohrlochteufe ab Standrohrende (m)	Bemerkungen
1	6,9	Bereich der gebirgsmechanisch exponierten Schichtgrenze Carnallitit/Steinsalz
2	15,0	über der südlichen Richtstrecke nach Osten (visuell ungeschädigtes Steinsalz)
3	22,0	über der nördlichen Abbaukante von ELK 7/750 (visuell ungeschädigtes Steinsalz)
4	30,0	nördlicher Firstbereich der ELK 7/750 (erstes Scherband einer Zone mit Rissstrukturen)
5	41,0	mittlerer Firstbereich der ELK 7/750 (visuell wieder intaktes Steinsalz südlich der Zone mit Rissstrukturen)
6	46,0	südlicher Firstbereich der ELK 7/750 (visuell ungeschädigtes Steinsalz)
7	56,5	Bohrlochtiefstes im südlichen Firstbereich der ELK 7/750 (visuell ungeschädigtes Steinsalz)


In der Abbildung 16 sind die Untersuchungsorte noch einmal skizziert. Sie waren aus Sicht des IfG für eine Sondierung unterschiedlicher gebirgsmechanischer Beanspruchungsbereiche zielführend festgelegt. Jedoch muss betont werden, dass hinsichtlich einer Standsicherheitsbewertung die Bedeutung des nicht prüfbar Abschnittes zwischen 32 m bis 38,5 m bei weitem größer ist. Über die hier zu diskutierenden Spannungssondierungen hinausgehend ist festzustellen, dass in dem mit der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 angeschnittenen gebrächen mittleren Firstbereich auch eine Vielzahl von Reflektoren aus den Bohrlochradarmessungen von K-UTEC liegen. Die Reflektoren C in Abbildung 16 repräsentieren offensichtlich Scherbänder oder sogar klaffende Risse, wie sie mittels der Kamerabefahrung gesehen wurden.

Weiterhin ist auffallend, dass die Scheitelhöhe des Reflektors B über der Firste der ELK 7/750 mit etwa 2,5 bis 3 m näherungsweise der Scheitelhöhe des in Abbildung 2 dargestellten Hochbruches im nördlichen Kammerbereich (ebenfalls 2,5 bis 3 m) entspricht. Da die Bohrung B 7/750-B1 im Osten und der fotografierte Hochbruch im Westen der ELK 7/750 liegt, ist mit den weiteren Erkundungsbohrungen zur Faktenerhebung zu klären, ob sich eine solche weitreichende Bruchstruktur vom Westen bis in den Osten ausgebildet hat.

Das IfG geht davon aus, dass die zur Einlagerungszeit fotografierten Löser nicht zusammengedrückt wurden. Die Rissstrukturen haben sich nach oben ausgebreitet (oder waren damals schon vorhanden) und haben sich evtl. auch nach Osten weiterentwickelt. Gemäß den Radarmessungen und Kamerabefahrungen ist dort der mittlere Bereich der Schweben zum Abbau 8/725 von Rissen erfasst.

Da die räumliche Erstreckung und das Volumen des gebrächen mittleren Schwebenbereiches eine entscheidende Bedeutung für die Stabilitätsbewertung bei der Rückholung haben wird, ist es hinsichtlich einer konsistenten Aussage wichtig, dass sich die angewendeten Erkundungsmethoden gegenseitig bestätigen.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
ASBEST – Verantwortlich handeln

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 19
---	-----------

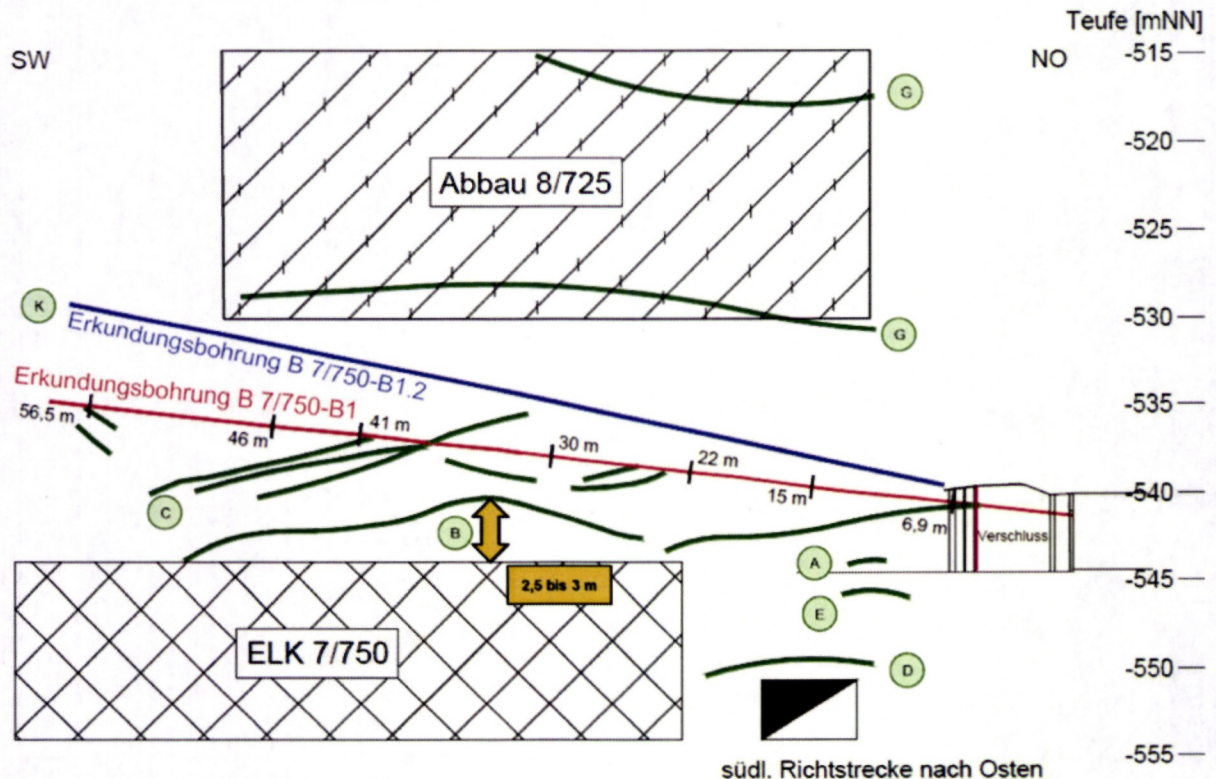


Abbildung 16: Ausschnitt aus dem Vertikalschnitt entlang der Erkundungsbohrungen B 7/750-B1 bzw. B 7/750-B1.2 mit Messpunkten für die Spannungssondierungen


5 Methode und Ergebnisse der Spannungssondierungen

5.1 Versuchsbeschreibung und Equipment

Die hydraulischen Spannungssondierungen wurden angewendet, da mit dieser Methode sehr effektiv die minimale Druckeinspannung im Gebirge ermittelt werden kann. Dazu wird ein Bohrlochabschnitt mit zwei Packern abgedichtet und solange hydraulisch druckbeaufschlagt, bis es zu einer Überschreitung der Zugfestigkeit des Korngefüges an der Bohrlochkontur kommt. Danach tritt eine Permeation des verwendeten Fluids (hier Hydrauliköl) entlang der Korngrenzen bis zu einer radialen Reichweite von etwa 1 m auf. Die Permeationsfläche richtet sich in dieser Entfernung vom Bohrloch entsprechend der im Gebirge wirkenden Hauptnormalspannungen aus, wobei die minimale Hauptnormalspannung (minimale Druckeinspannung) normal zur Permeationsfläche wirkt. Nach einer zeitlichen Übergangsphase stellt sich ein Druckgleichgewicht zwischen dem Öldruck im abgepackten Bohrlochabschnitt (wird mittels Manometer und Drucksensor gemessen) und der minimalen Druckeinspannung am Untersuchungsabschnitt ein.

In einem Bohrloch können mittels Verschieben der Sonde mehrere Untersuchungsabschnitte sondiert werden, wobei für die Messungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 unter den diologischen Randbedingungen maximal 10 Schichten eingeplant waren. Die theoretischen Grundlagen dieser Methode sind ausführlich in [2] dargestellt. Aus der Verfahrensbeschreibung ergibt sich, dass der Spannungszustand nur in intakten und dichten Gebirgsbereichen ermittelt werden kann.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 20
---	-----------




Abbildung 17: Equipment für Spannungssondierungen in Bohrlöchern mit Durchmessern von etwa 101 mm

Die Messsonde ist in Abbildung 17 links zu sehen. Die Fotos stellen einen bauartgleichen Prototyp dar, der in zahlreichen Einsätzen mit einer begleitenden Schallemissionsrissortung getestet wurde. Die oben beschriebene Permeation des Fluids an den Korngrenzen führt zu einem Aufriss mit damit verbundenen energieschwachen Schallemissionen, die mittels unterschiedlicher an die Bohrlochwand gepresster Aufnehmer lokalisiert werden können. Die Gesamtheit der lokalisierten Ereignisse repräsentiert die Permeationsfront. Die beiden Aufnehmerkränze sind an den äußeren Enden der Sonde angeflanscht und wurden im hier vorliegenden Projekt nicht verwendet.

Das mittlere Druckintervall ist 0,5 m lang und besteht aus einem durchbohrten Distanzrohr und den beiden Druckzylindern. Das Druckfluid füllt im Bohrloch den Ringraum zwischen dem Distanzstück und der Bohrlochkontur bzw. den beiden Druckzylindern und der Kontur. Das Füllvolumen beträgt 424 cm^3 . Die Packer an den beiden Seiten des Druckintervalls werden durch das Ausfahren der Druckzylinder an die Bohrlochwand gepresst und dichten dieses damit ab. Die Packer sind jeweils 24 cm lang und bestehen jeweils aus zwei Elastomerzylindern unterschiedlicher Shore-Härte. Der äußere Elastomerpacker besitzt eine größere Härte, um ein Überwallen an den Endringen zu vermeiden. Die Gesamtlänge der Sonde erreicht inkl. der Endringe ca. 1,23 m. Die Sonde ist ausgelegt für Bohrlochdurchmesser von etwa 101 mm und für Druckbeaufschlagungen bis 65 MPa. Es sind zwei getrennte Hydraulikleitungen für den Untersuchungsabschnitt und die Druckzylinder für die Packeranpressung notwendig. Die Packer bzw. das Anpressprinzip sind so robust, dass Bohrlochkaliberabweichungen von wenigen Millimetern kompensiert werden können. Über ein Stahlgestänge kann die Sonde im Bohrloch bewegt werden.

Für langzeitige Pumpvorgänge, Profilprogramme und Permeabilitätsuntersuchungen wurde die in Abbildung 17 rechts gezeigte elektrische Hochdrucklaborpumpe angeschafft. Die Dosierpumpe K3 der Firma LEWA arbeitet mit Injektionsraten von 0,1 bis 600 ml/h bei maximalen Drücken bis 500 bar. Sie ist für beliebige Raten frei programmierbar und daher für eine Vielzahl von

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 21
---	-----------

Aufgabenstellungen hervorragend geeignet. Um einen störungsfreien Pumpenbetrieb über mehrere Tage gewährleisten zu können, ist es erforderlich, das niedrig viskose Spindelöl (Viskosität vergleichbar einer hochkonzentrierten Lauge) mit einem Vordruck von etwa 3 bar zu beaufschlagen. Dazu wird der Vordruckbehälter einer GÖLZ-Bohrmaschine verwendet. Die Leitungen sowie das abgepackte Bohrlochintervall werden mit einer Handkolbenpumpe mit Pumpvolumen 4 cm³/Hub und 1 cm³/Hub gefüllt. Weiterhin wird diese Pumpe auch für die manuelle Druckbeaufschlagung im Dichtheitstest verwendet. Als Druckfluid kam für diese Pumpe Hydrauliköl HLP 46 zur Anwendung. Die Druckaufzeichnung erfolgte mittels elektrischer Sensoren, getrennt für Druckintervall- und Packerleitung, einer tragbaren Datenerfassungsanlage und eines mobilen PC.

5.2 Versuchsablauf

Die Zeitdauer der Versuche, d.h. bis die Druckabfallkurven eine zuverlässige Auswertung gestatten, wird im Wesentlichen durch die geologischen Bedingungen bestimmt (Homogenität, kristalliner Aufbau, Permeationsverhalten des Salzgesteins). Ein typischer Versuchsablauf ist in Abbildung 18 dargestellt.

Im primären Dichtheitstest wird mit einem geringen Druck zunächst die Dichtheit des Untersuchungsintervalls nachgewiesen und dann der Frac erzeugt. In der „Shut-in“ Phase kommt es zu einem Druckabfall, der sich asymptotisch einem Endwert nähert. Um die Wartezeit bis zur Einstellung abzukürzen, wird im sekundären Dichtheitstest der Öldruck um 10 % verringert und beobachtet, ob sich dabei eine Druckkonstanz einstellt. Der Dichtheitsnachweis bei ca. 90 % des Endwertes der Druckabfallkurve des Fracversuches beschreibt den Druck, bei dem sich das durch den Frac erzeugte Rissgefüge im Gebirge nicht weiter öffnet und die Ausbreitung der Permeationsfront zur Ruhe gekommen ist. Danach erfolgen der Refrac und die erneute Beobachtung der Druckabfallkurve. Für die Berechnung des Betrages der minimalen Druckeinspannung werden der sekundäre Dichtheitstest (Druckkonstanz bei 90 % der ersten Druckabfallkurve) und der Endwert der zweiten Druckabfallkurve nach dem Refrac (Mittelwertbildung) verwendet. Die unterschiedlichen Versuchsetappen sind in der Abbildung 18 erläutert, wobei jedoch die geringen Druckabfälle im primären und sekundären Dichtheitstest geringe Undichtigkeiten im Salzgefüge bzw. beginnende mechanische Auflockerungen anzeigen.

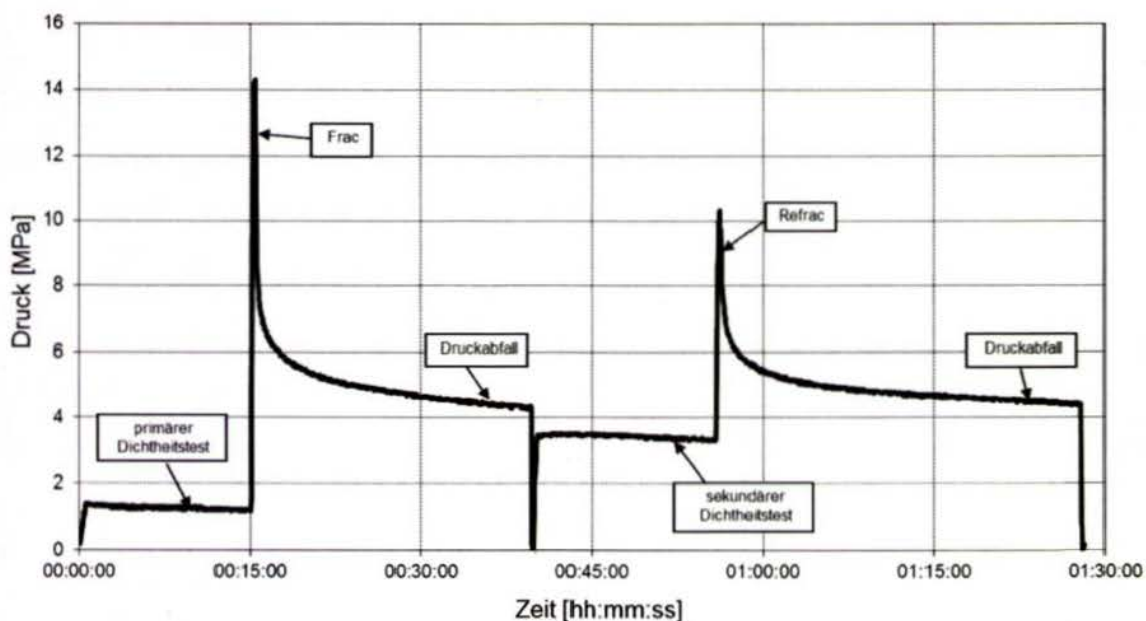



Abbildung 18: Typischer Ablauf einer hydraulischen Spannungssondierung

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
N1AA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
Geotechnik

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 22
---	-----------

5.3 Ergebnisdiskussion

Alle in Tabelle 3 aufgelisteten und hinsichtlich ihrer gebirgsmechanischen Zielstellung begründeten Untersuchungsabschnitte wurden sondiert. In den folgenden Abbildungen 19 bis 24 sind die Versuchsabläufe, bis auf den Versuch bei einer Bohrlochteufe von 30 m, grafisch dargestellt und in der Tabelle 4 diskutiert. Bei der Bohrlochkamerabefahrung waren von 30 bis 38,5 m Scherbänder und Bohrlochausbrüche zu sehen. Die Messung bei 30 m wurde vorgesehen, da dort eine zumindest noch intakte Kontur erkennbar war. An den klaffenden Rissen bis 38,5 m war von vornherein keine Dichtheit für eine belastbare Spannungssondierung zu erwarten. Jedoch zeigte sich, dass auch bei 30 m keine Dichtheit erreicht werden konnte. Für diese Bohrlochteufe existiert demzufolge keine Versuchskurve. Die Ursache für den undichten Bohrlochabschnitt ist in dem Scherband in Abbildung 11 begründet.

In den Abbildungen 19 bis 24 ist aufgeführt, ob die Druckerhöhung bis zum Frac bzw. Refrac mit der Handkolbenpumpe oder der elektrischen Dosierpumpe erfolgte. Bei Verwendung der elektrischen Pumpe steigt der Druck nicht so schnell, wie im Standardversuchsregime in Abbildung 18 angegeben. Der Maximaldruck ist aber sehr deutlich am Umschwenken der Druckkurve zu erkennen. Bei allen Tests mit der Dosierpumpe kam eine Volumenrate von 400 ml/h zur Anwendung.

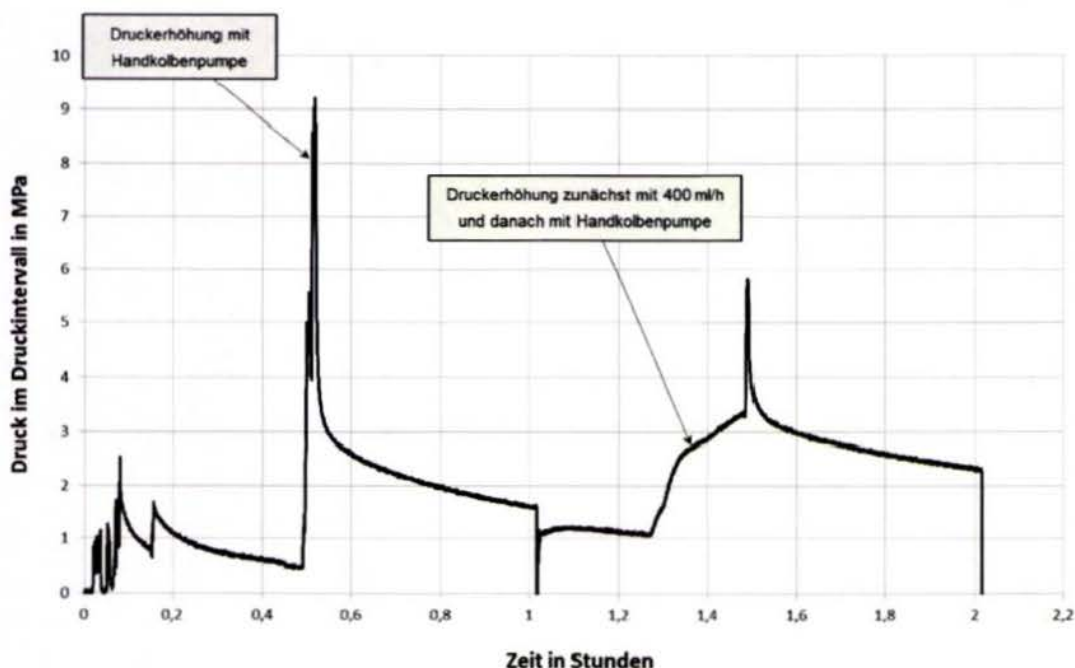


Abbildung 19: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 6,9 m

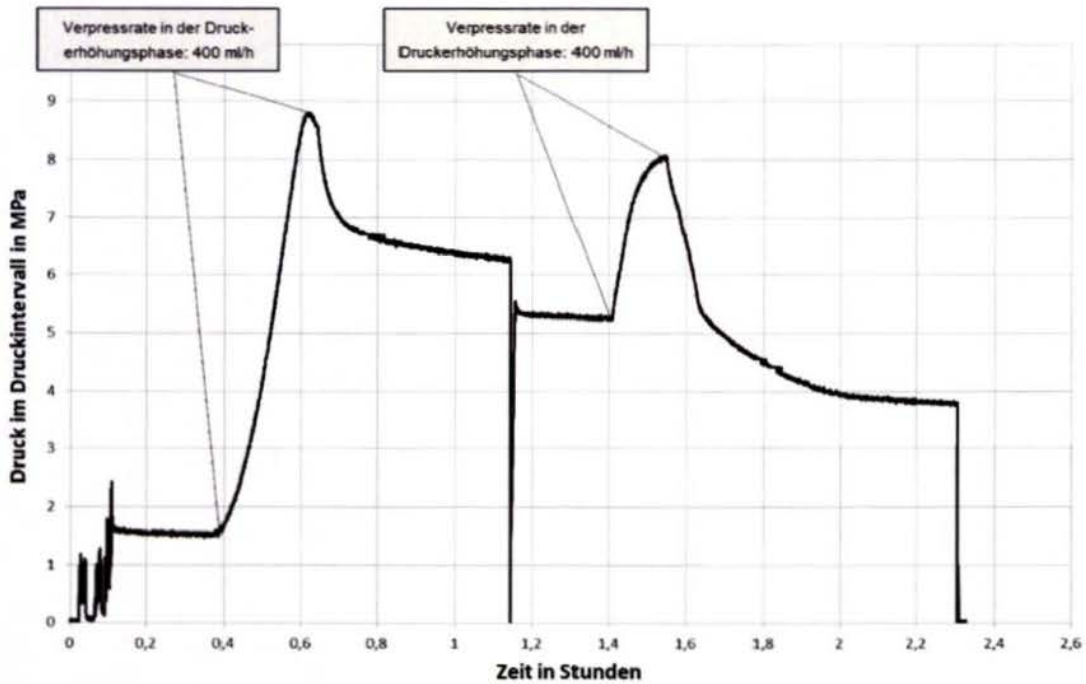


Abbildung 20: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 15 m

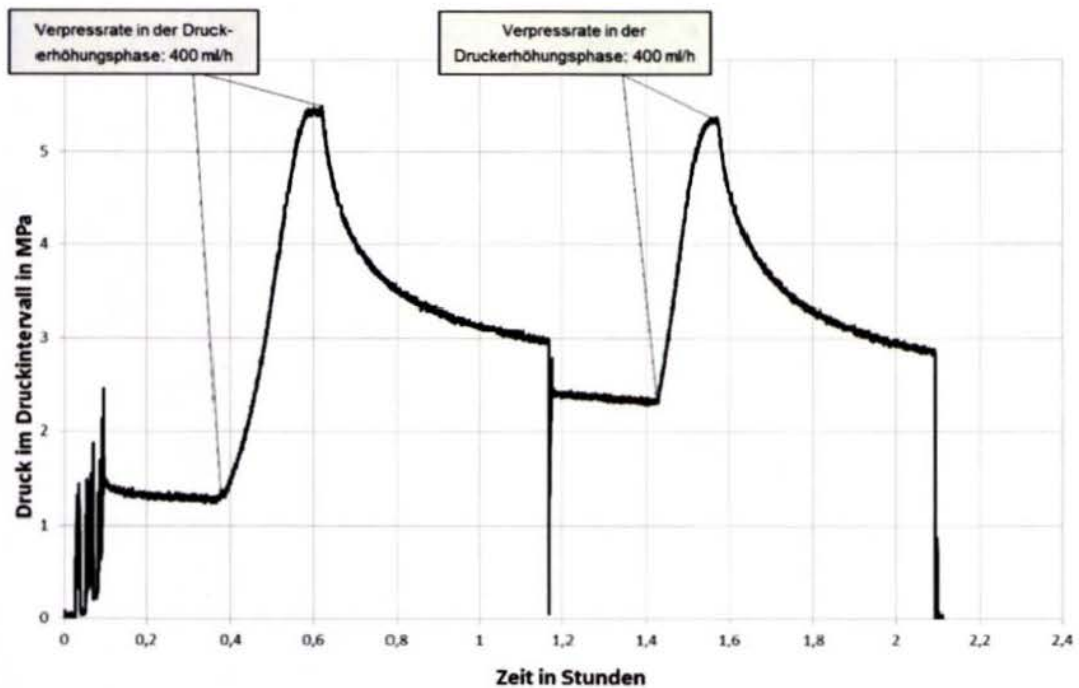


Abbildung 21: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 22 m

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00

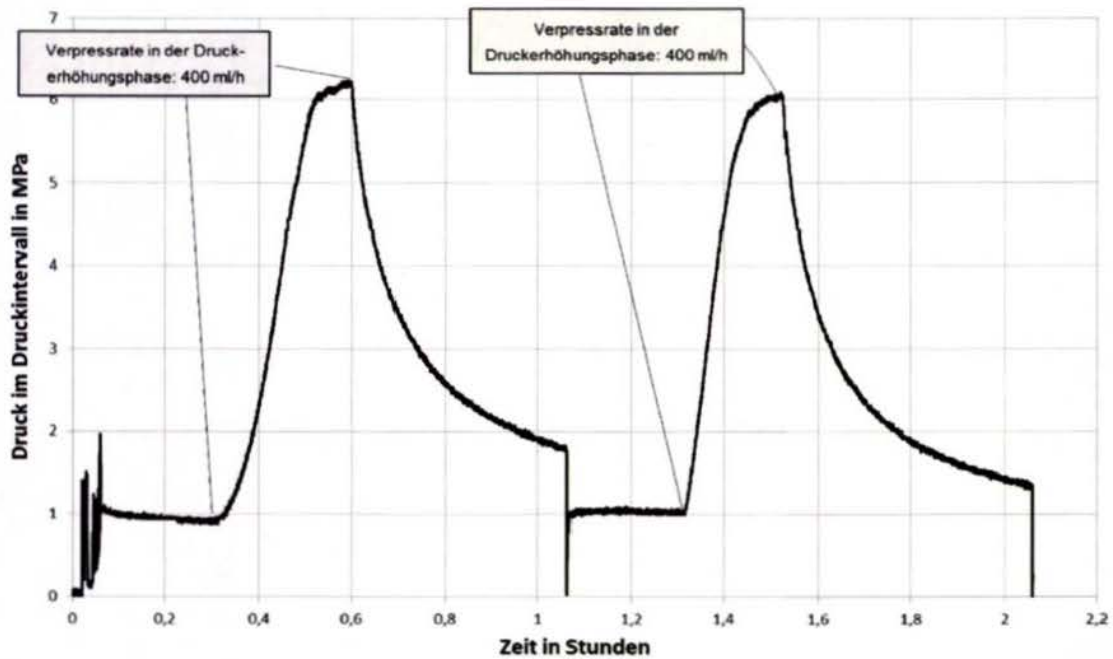


Abbildung 22: Spannungssondierung im Bohrloch B 7/750-B1, Teufe 41 m

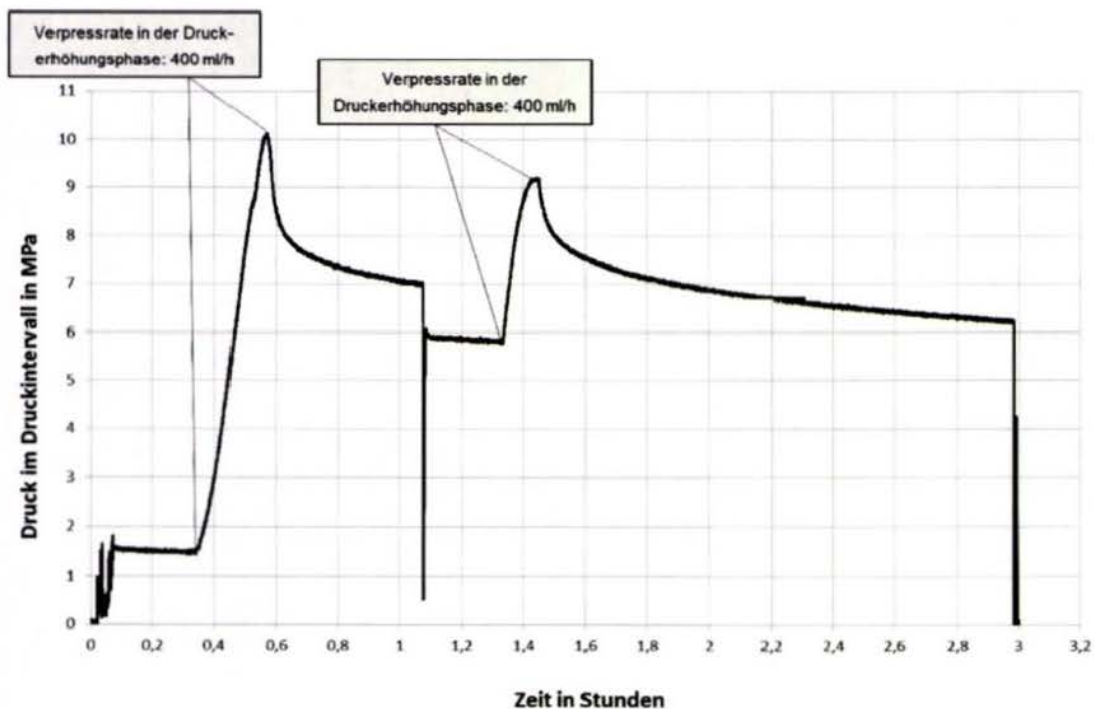



Abbildung 23: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 46 m

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



ASSE
ASBEST- und Silbererzwerke

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 25
---	-----------

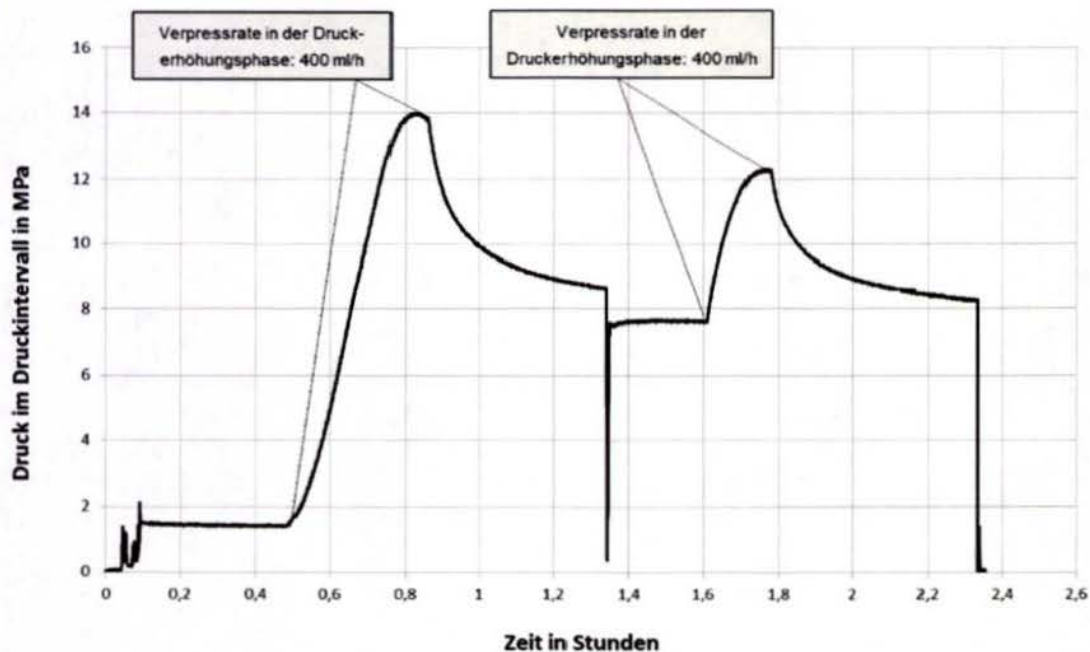



Abbildung 24: Spannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1, Teufe 56,5 m

Zusätzlich zu den Kurven sind folgende Anmerkungen zu machen (siehe auch Tabelle 3):

Der Frac in der Bohrlochteufe 6,9 m wurde mittels Handkolbenpumpe erzeugt. Der Refrac wurde zunächst mit der elektrischen Dosierpumpe und einer Volumenrate von 400 ml/h versucht, dann aber wegen zunehmender Abströmung des Fluids aufgegeben und wieder zur Handkolbenpumpe übergegangen. Die minimale Druckeinspannung liegt gemäß der Vorgehensweise zur Ermittlung des Wertes für σ_{\min} (siehe Kap. 5.2) bei etwa 1 MPa, der Untersuchungsbereich ist aber offensichtlich geschädigt und deshalb gering durchlässig. Ein solcher Befund wurde nicht erwartet, da der Bohrlochscan in Abbildung 10 den Eindruck eines rissfreien Überganges vermittelte und aus /1/ das Resultat einer relativ hohen minimalen Druckeinspannung von 8 MPa, ermittelt in einem korrekten Versuch ohne jeglichen Undichtheiten, vorlag. Die Entscheidung für eine nochmalige Prüfung des gebirgsmechanisch exponierten Schichtgrenzbereiches zwischen Carnallitit und Steinsalz war somit richtig.

Auch der Versuch in der Bohrlochteufe von 15 m ist durch eine relativ hohe Abströmung über ein Mikrorissinventar nach dem Refrac gekennzeichnet. Die Bohrlochkamerabefahrung ließ in diesem Bereich über der südlichen Richtstrecke nach Osten einen dichten Bohrlochabschnitt erwarten.

Alle weiteren Versuche, bis auf den Abschnitt bei 30 m, konnten korrekt durchgeführt werden.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	

Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Blatt: 26

Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1


Bohrlochteufe (m) ab Standrohrende	Minimale Druck-einspannung (MPa)	Effektive Gaspermeabilität (m ²)	Bemerkungen zur Lokation
6,9	$\sigma_{\min} \approx 1$ MPa, aber geringe Undichtheit		Schichtgrenze K2/Na3
15	$\sigma_{\min} \approx 4,5$ MPa, aber geringe Undichtheit	$2,4 \cdot 10^{-15}$	über der südlichen Richtstrecke nach Osten im visuell ungeschädigten Na3
22	$\sigma_{\min} = 2,6$ MPa, Versuch ohne Einschränkung		über der nördlichen Abbaukante von ELK 7/750 im visuell ungeschädigten Na3
25		$1,0 \cdot 10^{-16}$	über der nördlichen Abbaukante von ELK 7/750 im visuell ungeschädigten Na3
30	kein Versuch möglich, da Intervall undicht		nördlicher Firstbereich der ELK 7/750, erstes Scherband einer breiten Zone mit Rissstrukturen
35		$3,1 \cdot 10^{-15}$	mittlerer Firstbereich der ELK 7/750 mit klaffenden Rissen lt. Kamerabefahrung
41	$\sigma_{\min} = 1,2$ MPa, Versuch ohne Einschränkung	$9,0 \cdot 10^{-19}$	mittlerer Firstbereich der ELK 7/750, visuell wieder intaktes Steinsalz unmittelbar südlich der Zone mit Rissstrukturen
46	$\sigma_{\min} = 6,0$ MPa, Versuch ohne Einschränkung		südlicher Firstbereich der ELK 7/750, visuell ungeschädigtes Steinsalz
56,5	$\sigma_{\min} = 7,9$ MPa, Versuch ohne Einschränkung	$< 1 \cdot 10^{-22}$	Bohrlochtiefstes über der südlichen Abbaukante von ELK 7/750, visuell ungeschädigtes Steinsalz

6 Einordnung der Ergebnisse der Spannungssondierungen in Relation zu den Resultaten der Permeabilitätsmessungen sowie von Modellrechnungen

Wie im Kapitel 1 ausgeführt, besteht die Aufgabenstellung für das IfG in der Stabilitäts- und Integritätsbewertung entlang der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 im Bereich der Schichtgrenze zwischen Carnallit und Steinsalz, im Steinsalz nördlich der ELK 7/750 und hauptsächlich in der Schwebe der ELK 7/750. Ein Vergleich mit den Permeabilitätswerten von IBeWa wurde deshalb von vornherein geplant und die Messabschnitte in der Bohrung miteinander abgestimmt. In der Tabelle 4 ist zu sehen, dass die Messorte von IBeWa identisch zu den Messabschnitten des IfG lagen oder bzgl. des mittleren Firstbereiches mit klaffenden Rissen und Bohrlochausbrüchen in einer Zone angeordnet waren, in der IfG nicht messen konnte.

Zusätzlich zu dieser gemeinsamen Interpretation sollen im Folgenden die untertägigen Messbefunde in die Resultate der numerischen Modellrechnungen eingeordnet werden. Das verwendete großräumige 3D-Modell eines halben Bergwerkes berücksichtigt auch das Neben- und Deckgebirge und diskretisiert mit 2,7 Mio. Elementen den westlichen Bergwerksteil. Die Abmessungen sind in vertikaler Richtung 2,45 km, in querschlägiger Richtung 6,3 km und streichend 594 m. Mit dem Modell wurde die gesamte bergbauliche Geschichte (Auffahrung, Versatzeinbringen, Firstspaltverfüllung) bis zur Gegenwart berechnet und die Entwicklung der Schädigungsprozesse nachvollzogen (nähere Angaben in [3]). Zur Modellüberprüfung dienten die

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 27
---	-----------

Messwerte der Standortüberwachung und dabei insbesondere die südlichen Deckgebirgsverschiebungen. Das Modell bildet die großräumigen Spannungs- und Deformationsprozesse mit den Lastumlagerungen auf das Deckgebirge nach, ist aber auch für die Analyse lokaler Abbausituationen geeignet. Diese müssen vorher identifiziert und dann feiner vernetzt werden.

Im vorliegenden Fall zielt das Modell vorrangig ab auf die Bewertung der oberen Infrastrukturräume im westlichen Bereich und die gebirgsmechanische Analyse der 750-m-Sohle im Umfeld der Wendel in Richtung der 775-m-Sohle und der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen. Für die beauftragte Aufgabenstellung wurde aber eingeschätzt, dass der grundsätzliche Beanspruchungs- und Schädigungszustand vom Bereich des Abbaus 9/750 auf das Umfeld der ELK 7/750 übertragen werden kann. Die querschlägige Erstreckung des Abbaus 9/750 ist größer und simuliert somit die Hohlraumwirkung der ELK 7/750 inkl. der südlichen Richtstrecke nach Osten. In Abbildung 25 ist dies skizziert. Auch der Vergleich der Abbauhöhen und der Schwebenmächtigkeiten zur 725-m-Sohle sowie die geologische Situation und der großräumige Auffahrungszustand gestatten eine solche prinzipielle Übertragung³. Das wesentliche Defizit liegt in der unzureichenden Modellierung der Firstschädigung in Form eines Hochbruches, wie er in der ELK 7/750 nachgewiesen ist.

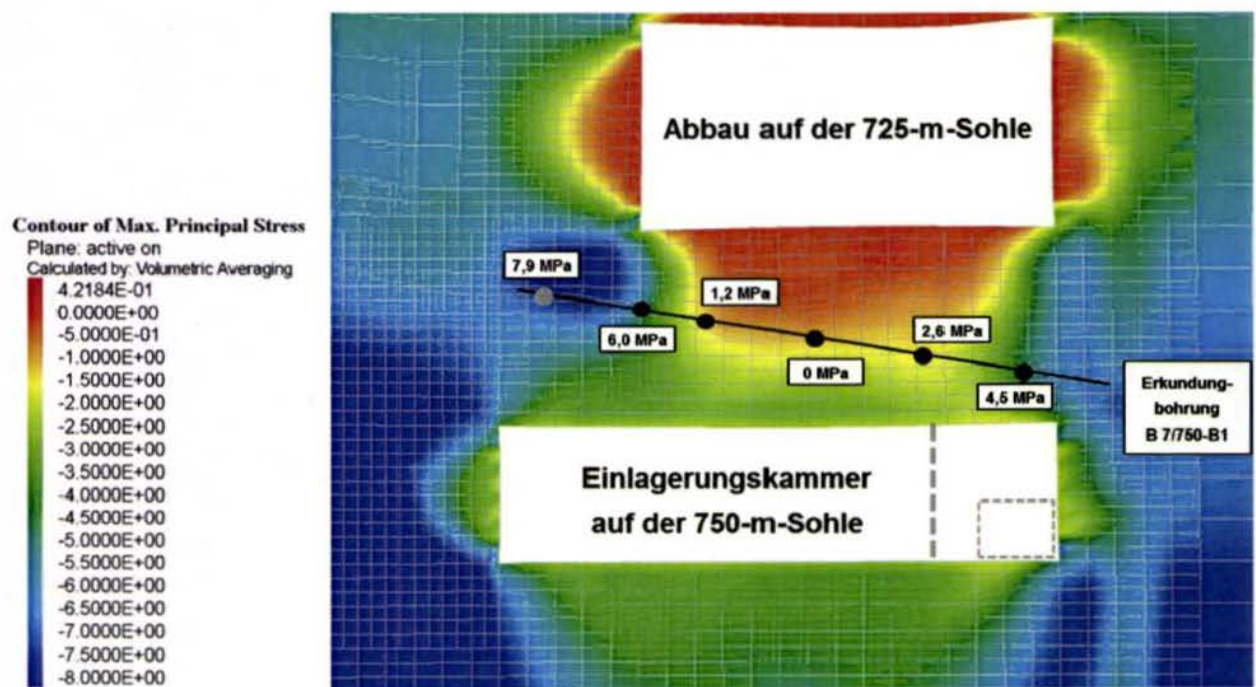


Abbildung 25: Für die ELK 7/750 repräsentativer gegenwärtiger Minimalspannungsaufbau (in MPa) und Vergleich mit den Resultaten der Minimalspannungssondierung im Bohrloch der Erkundungsbohrung B 7/750-B1⁴

Der Vergleich der berechneten mit den gemessenen minimalen Druckeinspannungen in Abbildung 25 weist trotz der Übertragung des berechneten Spannungszustandes von einer anderen Lokalität auf eine gute Übereinstimmung hin. Die südliche Richtstrecke nach Osten hat zu einer Absenkung der minimalen Druckeinspannung in der Schweben geführt. Es ist aber davon auszugehen, dass die

³ Der Aufbau eines großräumigen 3D-Modells für den östlichen Bergwerksteil zur Bewertung des weiteren Offenhaltungsbetriebes, der Befunde der Standortüberwachung und Faktenerhebung sowie die Planung der Rückholung ist in Abstimmung mit dem BfS geplant.

⁴ Plot der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 in einem repräsentativ übertragenen Spannungsfeld.
Textblatt_REV08_Stand-2014-01-03

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	
Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1							Blatt: 28



Druckabsenkung in der Schwebelage der ELK 7/750 stärker ist (vergleichbar zur Schwebelage des Abbaus 8 auf der 725-m-Sohle), als in der Abbildung 25 dargestellt. Zu den lokalen Bewertungsbereichen sind folgende Ausführungen zu machen:

Schichtgrenze Carnallit/Steinsalz und Hangendbereich über der südlichen Richtstrecke nach Osten

- An der Schichtgrenze ist es zu Auflockerungen gekommen, die keine korrekte Spannungssondierung gestatteten. Dieser Schichtgrenzbereich im Hangenden der Zugangsstrecke zum Abbau 5/750 Na2 ist mit ca. 1 MPa wesentlich geringer eingespannt als die mit der fallenden Erkundungsbohrung B 7/750-A3 sondierte Schichtgrenze westlich des Zuganges (8 MPa Einspannung).
- Auch der Hangendbereich über der südlichen Richtstrecke nach Osten ist mit 4,5 MPa nur gering eingespannt und weist mit $2,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ bei einer Bohrlochteufe von 15 m eine relativ hohe Permeabilität auf, die ansonsten typisch für Abbaukonturbereiche ist. Die Bohrlochkamerabefahrung ließ einen solchen Wert nicht erwarten.

Gemäß Abbildung 8 liegt der Messort noch im ehemaligen Konturbereich der Zugangsstrecke zum Abbau 5/750 im Na2. Beim Studium der Unterlage [4] fiel auf, dass schon beim Bau des Streckenverschlusses und während der anschließenden Messung des Radialspannungsaufbaus im gepumpten Salzbeton über der südlichen Richtstrecke nach Osten am Ende der Messdauer von 1983 bis 1990 der Druckgeber im westlichen Firstbereich wesentlich geringere Werte anzeigte ($\approx 3 \text{ MPa}$) als die Geber im westlichen Stoß- bzw. Sohlenbereich ($\approx 7 \text{ MPa}$). Vermutlich hat die geringere Stützwirkung des Verschlussmaterials im westlichen Firstbereich zur Konturentfestigung geführt.

Eine vergleichbare Ursache wird auch für die unterschiedlichen Einspannungen im Schichtgrenzbereich westlich unterhalb und oberhalb der Zugangsstrecke vermutet. Das lässt sich aus den Kurven für den Radialspannungsaufbau im geblasenen Salzbeton in [4] aber nicht eindeutig entnehmen.


Nördliche Abbaukante der ELK 7/750

- Die minimale Druckeinspannung von 2,6 MPa bei einer Bohrlochteufe von 22 m und die Permeabilität von $1,0 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2$ bei einer Teufe von 25 m sind einander zuordenbar und repräsentieren ein erwartetes Ergebnis für das ungeschädigte Steinsalz über der Abbaukante.

Nördlicher und mittlerer Firstbereich der ELK 7/750

- In diesem von Scherbändern und klaffenden Rissen durchzogenen Bereich konnten keine Spannungssondierungen durchgeführt werden. Bei einer Bohrlochteufe von 35 m wurde der höchste Permeabilitätswert von $3,1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ bestimmt. Das entspricht einem gebräunten Schwebelagereich, wie in der Darstellung der gegenwärtigen Zugbruchdeformation in Abbildung 26 auch mit numerischen Modellrechnungen nachweisbar ist. In der unmittelbaren Firste der ELK 7/750 werden die Schädigungsdeformationen tatsächlich größer sein.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00	



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 29
---	-----------

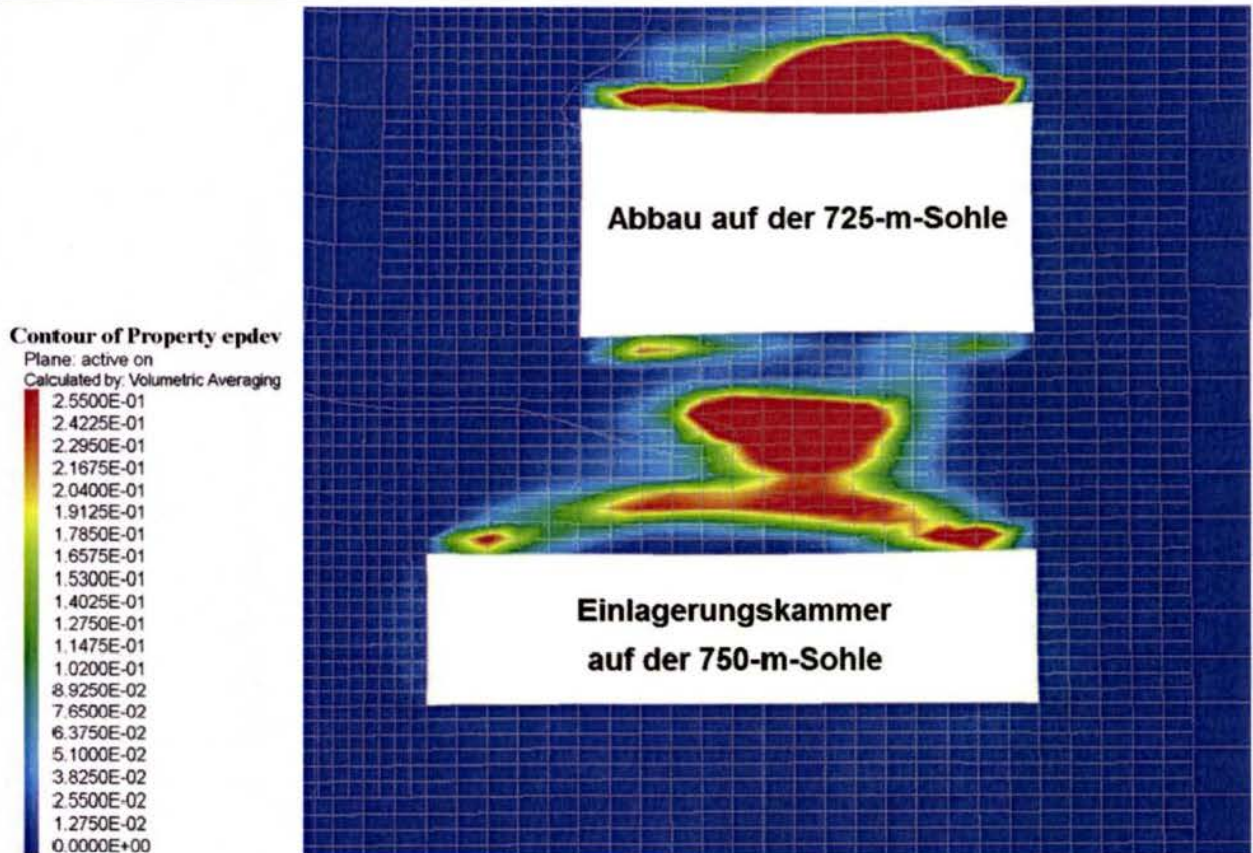



Abbildung 26: Für die ELK 7/750 repräsentativer gegenwärtiger Aufbau der plastischen Zugbruchdeformation als Beleg für die Materialschädigung

- Der im Bohrloch der Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2 in einer Teufe von 30 bis 32 m festgestellte gebräche Bereich ist vermutlich eher der Schädigung in der Sohle des Abbaus 8/725 zuzuschreiben (siehe Abbildung 27). Der Bruchbereich wurde injiziert, damit die Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2 weitergestoßen werden konnte.
- Insgesamt ergibt sich in der Gesamtschau aller vorliegenden Befunde die Vermutung eines gebrochenen Kernbereiches über der gesamten Schwebenhöhe, was aber mit weiteren Bohrungen, auch im Westen der Schweben, verifiziert werden sollte.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



Fakterhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1

Blatt: 30

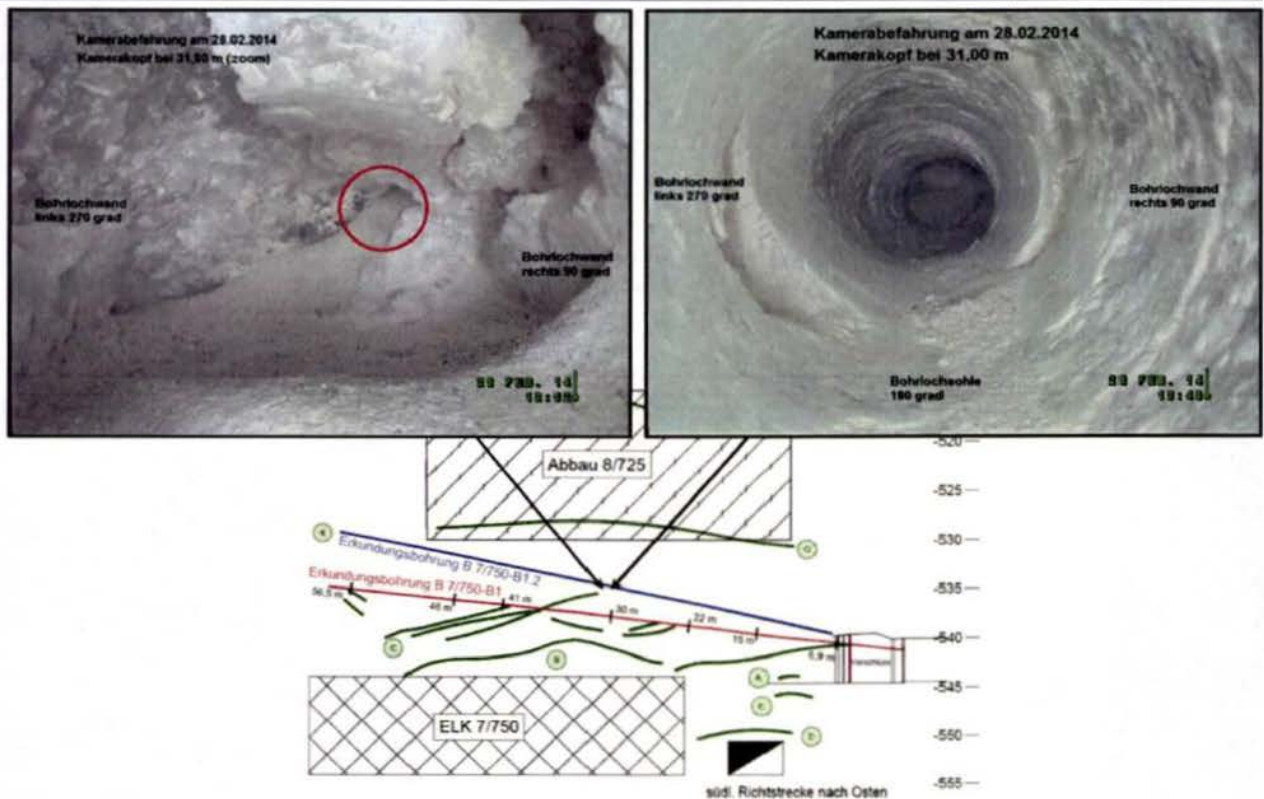


Abbildung 27: Fotos aus der Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2: klaffende Risse und deutlich gebrochener Schwebenbereich bei Bohrlochteufe 30 bis 32 m

Mittlerer und südlicher Firstbereich der ELK 7/750


- In den Bohrlochteufen ab dem gebräunten Bereich bis zum Bohrlochende stiegen die minimalen Druckeinspannungen von 1,2 MPa bei 41 m über 6,0 MPa bei 46 m bis auf 7,9 MPa bei 56,5 m kontinuierlich an. Das lässt einen intakten südlichen Barrierebereich, abgesehen von der unmittelbaren südlichen Abbaukontur (siehe Abbildung 26), erwarten.
- Diese Erwartung wird unterstützt durch die Permeabilitätsmessungen, die bei einer Bohrlochteufe von 41 m einen Betrag von $9,0 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ lieferten und im Bohrlochtfesten bei einem Wert $< 1 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$ lagen.

7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Neben den in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 vom IfG gemessenen Minimalspannungen wurden auch die Resultate der Permeabilitätsmessungen von IBeWa und die weiteren Befunde der Bohrlochmessungen (Kamerabefahrungen, Bohrlochscan, Bohrlochradar) verwendet, um eine möglichst umfassend abgesicherte Bewertung des Beanspruchungs- und Schädigungszustandes der Schweben zwischen der ELK 7/750 und dem Abbau 8/725 zu erreichen. Zur zeitlichen Entwicklung der Schädigungen waren die fotografischen Belege aus der Einlagerungszeit hilfreich. Weiterhin lagen die Beobachtungen aus der benachbarten Erkundungsbohrung B 7/750-B1.2 und die Resultate der Spannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-A3 vor.

Für eine großräumige Bewertung wurden numerische Rechenergebnisse aus dem westlichen Bereich der 750-m-Sohle verwendet, die einen prinzipiellen Eindruck vom gebirgsmechanischen Beanspruchungszustand um die Einlagerungskammern der 750-m-Sohle gestatteten. Obwohl das

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00



Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1	Blatt: 31
---	-----------

Modell nicht für eine detaillierte Untersuchung der gebirgsmechanischen Beanspruchung der Umgebung der ELK 7/750 erstellt wurde, konnte trotzdem eine gute Übereinstimmung des berechneten Spannungszustandes um eine Kammer im Bereich der 750-m-Sohle mit den Messwerten nachgewiesen werden. Damit ist belegt, dass die verwendeten Stoffgesetze und Parameter für die Bewertung der Ergebnisse der Faktenerhebung als Grundlage für eine Rückholungsplanung geeignet sind.

In der Einlagerungszeit war im nordwestlichen Firstbereich der ELK 7/750 ein Hochbruch mit einer Scheitelhöhe von 2,5 bis 3 m erkennbar. Zur Firststützung wurden in diesen Hochbruch Fässer gestapelt, die aber aufgrund der Nachgiebigkeit des Salzplanums und der Fässer die weitere Rissöffnung nicht verhindert haben. Vermutlich haben sich die Rissstrukturen nach oben und nach Osten ausgebreitet (oder existierten schon zur Einlagerungszeit). Im östlichen Bereich der ELK 7/750 sind mittels der Erkundungsbohrung B 7/750-B1 Scherbänder bzw. klaffende Risse erkennbar. Weiterhin sind die Reflektoren der Bohrlochradarmessungen mit solchen Rissen in Verbindung zu bringen. Die weiteren Untersuchungen zur Faktenerhebung sollten klären, ob die gesamte nördliche Firste der Kammer durch ein Bruchgewölbe gekennzeichnet ist.

Die Schichtgrenze zwischen Carnallitit und Steinsalz ist nur gering eingespannt und es wurde eine geringe Migration des Prüffluides über Mikrorisse festgestellt.

Im Hangendbereich über der südlichen Richtstrecke nach Osten wurden eine Einspannung von 4,5 MPa und eine unerwartet hohe Permeabilität von $2,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ ermittelt. Die Ursache wird in Konturentfestigungen der Zugangsstrecke von der ELK 7/750 zum Abbau 5/750 Na2 gesehen, denen mit dem Verschlussbauwerk nicht ausreichend begegnet wurde.

Im von Scherbändern und klaffenden Rissen durchzogenen zentralen Schwebenbereich (Bohrlochteufe 30 bis 38,5 m) konnten keine Spannungssondierungen durchgeführt werden und bei einer Bohrlochteufe von 35 m wurde der höchste Permeabilitätswert von $3,1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ bestimmt. Dort ergibt sich in der Gesamtschau aller vorliegenden Befunde die Vermutung eines gebrochenen Kernbereiches über der gesamten Schwebenhöhe, was aber mit weiteren Erkundungsbohrungen, auch im Westen der Schweben, verifiziert werden sollte.

Über der nördlichen Abbaukante der ELK 7/750 und insbesondere südlich der Zone mit klaffenden Rissen bis zum Bohrlochtieftsten lag ein ungeschädigtes Steinsalz vor. Im Süden stieg die minimale Druckeinspannung kontinuierlich an und die Permeabilität erreichte Beträge $< 1 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2$.

8 Mitgeltende Dokumente (in der jeweils gültigen Fassung)

- /1/ Institut für Gebirgsmechanik: „Faktenerhebung Schritt 1, Erkundungsbericht über Minimalspannungssondierung in der Erkundungsbohrung B 7/750-A3 auf der 750-m-Sohle im Pfeiler zwischen Abbau 5/750 Na2 und der Einlagerungskammer 7/750“, Abschlussbericht, Leipzig
 BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0031/xx
 Asse-KZL: 9A/55110000/SON/HG/BW/0001/xx

9 Literaturverzeichnis

- [1] DMT GmbH & Co. KG: „Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II - Auswertung vorhandener Unterlagen zur Einlagerung der Abfallgewinde in den ELK“, DMT-Untersuchungsbericht U2516-BfS-BS-G, Essen, 21.07.2014;
 BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0009/01
 Asse-KZL: 9A/55110000/SON/BB/BW/0001/00

Projekt NNA	PSP-Element NNNNNNNNNN	Thema NNAANN	Aufgabe AA	UA AA	Lfd Nr. NNNN	Rev. NN
9A	55110000	GEO	HF	BW	0010	00
Faktenerhebung Schritt 1 - Erkundungsbericht Minimalspannungssondierungen in der Erkundungsbohrung B 7/750-B1						Blatt: 32



- [2] Kamlot, Peter: „Gebirgsmechanische Bewertung der geologischen Barrierefunktion des Hauptanhydrits in einem Salzbergwerk“, Habilitationsschrift, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der TU Bergakademie Freiberg, 02.04.2009
- [3] Kamlot, Peter et al.: Geomechanical assessment of the Asse II operation phase until radioactive waste retrieval using large 3D-models“, proceedings (in preparation) of the conference “The mechanical behavior of salt VIII”, Rapid City, USA, May 26-28, 2015
- [4] Gläß, Frank u.a.: „Untersuchungen zum Versatz und Verschuß von Kammern und Strecken in einem Endlager im Salz, Abschlußbericht“, Institut für Tieflagerung, GSF-Bericht 19/91, Braunschweig, März 1991